

541,788

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. Juli 2004 (29.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/063407 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C22C 21/10

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014696

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. Dezember 2003 (20.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
03405013.8 16. Januar 2003 (16.01.2003) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ALCAN TECHNOLOGY & MANAGEMENT LTD. [CH/CH]; Badische Bahnhofstrasse 16, CH-8212 Neuhausen am Rheinfall (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HÖLLRIGL, Günther [AT/CH]; Bühlstr. 39, CH-8200 Schaffhausen (CH). JA-QUEROD, Christophe [CH/CH]; Impasse des Rocailles, CH-3976 Noës (CH).

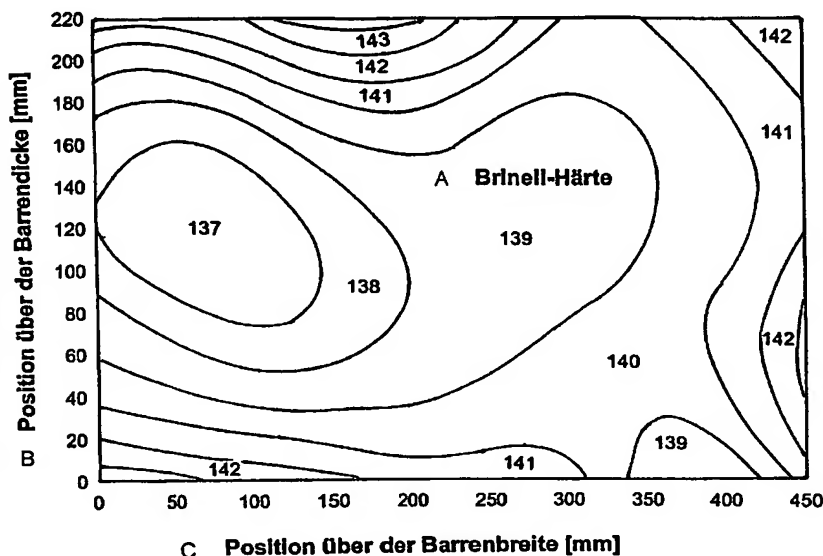
(74) Gemeinsamer Vertreter: ALCAN TECHNOLOGY & MANAGEMENT LTD.; Badische Bahnhofstrasse 16, CH-8212 Neuhausen am Rheinfall (CH).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ALUMINIUM ALLOY WITH INCREASED RESISTANCE AND LOW QUENCH SENSITIVITY

(54) Bezeichnung: ALUMINIUMLEGIERUNG MIT HOHER FESTIGKEIT UND GERINGER ABSCHRECKEMPFFINDLICHKEIT



A. BRINELL HARDNESS

B. POSITION ABOVE THE BAR THICKNESS [MM]

C. POSITION ABOVE THE BAR WIDTH [MM]

470 and 490 °C; said bars are homogenised over between 10 and 14 hours at a temperature of between 470 and 490 °C; the bars are cooled with still air to an intermediate temperature of between 400 and 410 °C; the bars are cooled with air in motion (forced air cooling) from the intermediate temperature of between 400 and 410 °C to a temperature of less than 100 °C; and the bars are cooled to room temperature, and then thermoset. The thermoset bars can be used as plates for producing plastic injection moulding moulds.

(57) Abstract: The invention relates to an aluminium alloy with increased resistance and low quench sensitivity, said alloy containing between 4.6 and 5.2 wt. % of Zn, between 2.6 and 3.0 wt. % of Mg, between 0.1 and 0.2 wt. % of Cu, between 0.05 and 0.2 wt. % of Zr, a maximum of 0.05 wt. % of Mn, a maximum of 0.05 wt. % of Cr, a maximum of 0.15 wt. % of Fe, a maximum of 0.15 wt. % of Si, a maximum of 0.10 wt. % of Ti, and aluminium as the remainder with impurities created during production, individually corresponding to a maximum of 0.05 wt. %, and together a maximum of 0.15 wt. %. A preferred method for producing plates having a minimum thickness of 300 mm for producing plastic injection moulding moulds comprises the following steps: the alloy is continuously cast to form bars having a minimum thickness of 300 mm; the bars are heated at a maximum heating speed of 20 °C/h between 170 and 410 °C to a temperature of between

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/063407 A1



RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Eine Aluminiumlegierung mit hoher Festigkeit und geringer Abschreckempfindlichkeit enthält 4,6 bis 5,2 Gew.-% Zn, 2,6 bis 3,0 Gew.-% Mg, 0,1 bis 0,2 Gew.-% Cu, 0,05 bis 0,2 Gew.-% Zr, max. 0,05 Gew.-% Mn, max. 0,05 Gew.-% Cr, max. 0,15 Gew.-% Fe, max. 0,15 Gew.-% Si, max. 0,10 Gew.-% Ti und Aluminium als Rest mit herstellungsbedingten Verunreinigungen, einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,15 Gew.-%. Ein bevorzugtes Verfahren zur Herstellung von Platten mit einer Dicke von mehr als 300 mm für die Fertigung von Kunststoff-Spritzgiessformen umfasst die Schritte Stranggießen der Legierung zu Barren mit einer Dicke von mehr als 300 mm, Aufheizen der Barren mit einer Aufheizgeschwindigkeit von max. 20°C/h zwischen 170 und 410°C auf eine Temperatur von 470 bis 490°C, Homogenisieren der Barren während einer Zeitdauer von 10 bis 14 h bei einer Temperatur von 470 bis 490°C, Abkühlen der Barren an ruhender Luft auf eine Zwischentemperatur von 400 bis 410 °C, Abkühlen der Barren an bewegter Luft (forced air cooling) von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C, Abkühlen der Barren auf Raumtemperatur, Warmaushärten der Barren. Die warm ausgehärteten Barren können als Platten für die Fertigung von Kunststoff-Spritzgiessformen verwendet werden.

Aluminiumlegierung mit hoher Festigkeit und geringer Abschreckempfindlichkeit

Die Erfindung betrifft eine Aluminiumlegierung mit hoher Festigkeit und geringer Abschreckempfindlichkeit. Im Rahmen der Erfindung liegt auch ein Verfahren zur Herstellung dicker Platten aus der Aluminiumlegierung.

Insbesondere in der Automobilindustrie besteht zunehmend ein Bedarf an grossen Kunststoffbauteilen, wie z.B. integrale Stossstangen. Zur Herstellung der entsprechend grossen Spritzgiessformen werden Platten benötigt, deren Dicke sehr oft 150 mm übersteigt und in gewissen Fällen sogar mehr als 500 mm beträgt.

Für den Bau von Spritzgiessformen mit einer Dicke von beispielsweise 50 bis 300 mm werden heute üblicherweise warmgewalzte und warmausgehärtete Platten eingesetzt. Grössere Formen mit einer Dicke von mehr als 300 mm wurden entweder aus geschmiedeten Blöcken oder auch schon direkt aus Stranggussbarren gefertigt.

Ein wesentlicher Nachteil der heute für den Formenbau eingesetzten Aluminiumlegierungen ist deren hohe Abschreckempfindlichkeit. Damit die Barren oder Platten bei der Warmaushärtung das für Kunststoff-Spritzgiessformen geforderte Festigkeitsniveau erreichen, muss die Abkühlungsgeschwindigkeit von der Homogenisierungs- oder Lösungsglühtemperatur mit zunehmender Plattendicke erhöht werden. Durch die hierbei auftretenden hohen Temperaturgradienten zwischen der Oberfläche und dem Kern der Barren oder Platten nehmen die schädlichen Eigenspannungen zu, so dass schon aus diesem Grund einer weiteren Erhöhung der Abkühlungsgeschwindigkeit und damit dem letztlich erreichbaren Festigkeitsniveau Grenzen gesetzt sind.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine zur Herstellung von dicken Platten mit hohem Festigkeitsniveau geeignete Aluminiumlegierung mit geringer

Abschreckempfindlichkeit bereitzustellen.

Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt darin, ein geeignetes Verfahren anzugeben, mit dem die Aluminiumlegierung zu dicken Platten mit ausreichend hoher Festigkeit über die gesamte Plattendicke verarbeitet werden kann.

Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt eine Aluminiumlegierung mit

	4,6	bis	5,2	Gew.-% Zn
10	2,6	bis	3,0	Gew.-% Mg
	0,1	bis	0,2	Gew.-% Cu
	0,05	bis	0,2	Gew.-% Zr
	max.		0,05	Gew.-% Mn
	max.		0,05	Gew.-% Cr
15	max.		0,15	Gew.-% Fe
	max.		0,15	Gew.-% Si
	max.		0,10	Gew.-% Ti

und Aluminium als Rest mit herstellungsbedingten Verunreinigungen, einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,15 Gew.-%.

Die Zusammensetzung der Legierung ist erfindungsgemäss so gewählt, dass sie eine sehr geringe Abschreckempfindlichkeit aufweist und trotzdem ein ausserordentlich hohes Festigkeitsniveau besitzt. Dicke Querschnitte können daher mit forcierter Luftabkühlung und durch Ausscheidungshärtung auf ein hohes Festigkeitsniveau gebracht werden.

Für die einzelnen Legierungselemente gelten die folgenden Vorzugsbereiche:

	4,6	bis	4,8	Gew.-% Zn
30	2,6	bis	2,8	Gew.-% Mg
	0,10	bis	0,15	Gew.-% Cu
	0,08	bis	0,18	Gew.-% Zr

	max.	0,03 Gew.-% Mn
	max.	0,02 Gew.-% Cr
	max.	0,12 Gew.-% Fe
	max.	0,12 Gew.-% Si
5	max.	0,05 Gew.-% Ti

- Für die Anwendung der erfindungsgemässen Legierung als Werkstoff für den Formenbau ist eine möglichst isotrope Verteilung der Eigenspannungen im Querschnitt der Platte anzustreben. Für den Abbau der Eigenspannungen ist
- 10 u.a. die Korngrösse und die Kornform in der Platte von Bedeutung. Je feiner und gleichmässiger die Kristalle vorliegen, desto besser können sich die Eigenspannungen im Querschnitt der Platte ausgleichen. Die Korngrenzen wirken dabei als Senken für Versetzungen beim Abbau von lokalen Spannungsspitzen. Wie weiter unten erläutert, kann durch den Zusatz von Zirkonium ein feines
- 15 Korngefüge in der Platte erreicht werden, indem man die Aufheizgeschwindigkeit der Barren auf die Homogenisierungs- bzw. Lösungsglühtemperatur so wählt, dass eine möglichst homogene Verteilung von submikronen Ausscheidungen von Al_3Zr im Gefüge entsteht.
- 20 Zur Herstellung von Platten aus der erfindungsgemässen Legierung eignen sich insbesondere die folgenden zwei Verfahren, die je nach gewünschter Dicke der Form zu einer warmgewalzten und warmausgehärteten Platte oder zu einem als Platte verwendeten warmausgehärteten Stranggussbarren führen.
- 25 Zur Herstellung von Platten mit einer Dicke von bis zu 300 mm ist das Verfahren durch die folgenden Schritte gekennzeichnet:
- A. Stranggiessen der Aluminiumlegierung zu Barren mit einer Dicke von mehr als 300 mm,
- B. Aufheizen der Barren mit einer Aufheizgeschwindigkeit von max. 20°C/h
- 30 zwischen 170 und 410°C auf eine Temperatur von 470 bis 490°C,
- C. Homogenisieren der Barren während einer Zeitdauer von 10 bis 14 h bei einer Temperatur von 470 bis 490°C,

- D. Warmwalzen der homogenisierten Barren zu Platten,
- E. Abkühlen der Platten von einer Temperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C,
- F. Abkühlen der Platten auf Raumtemperatur,
- 5 G. Warmaushärten der Platten.

Zur Herstellung von Platten mit einer Dicke von mehr als 300 mm und insbesondere von Platten mit einer Dicke von mehr als 500 mm kann ein aus der erfindungsgemässen Legierung hergestellter Stranggussbarren direkt als Platte
10 verwendet werden. Das Verfahren ist in diesem Fall durch die folgenden Schritte gekennzeichnet:

- A. Stranggiessen der Legierung zu Barren mit einer Dicke von mehr als 300 mm,
- 15 B. Aufheizen der Barren mit einer Aufheizgeschwindigkeit von max. 20°C/h zwischen 170 und 410°C auf eine Temperatur von 470 bis 490°C,
- C. Homogenisieren der Barren während einer Zeitdauer von 10 bis 14 h bei einer Temperatur von 470 bis 490°C,
- D. Abkühlen der Barren auf eine Zwischentemperatur von 400 bis 410 °C,
- E. Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C
20 auf eine Temperatur von weniger als 100°C,
- F. Abkühlen der Barren auf Raumtemperatur,
- G. Warmaushärten der Barren,
- H. Verwenden der warmausgehärteten Barren als Platten.

25 Bevorzugt erfolgt das Abkühlen der Barren von der Homogenisierungstemperatur von 470 bis 490°C auf die Zwischentemperatur von 400 bis 410 °C an ruhender Luft.

Das Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C sollte
30 einerseits so rasch erfolgen, dass der Festigkeitsverlust möglichst gering ist. Andererseits darf die Abkühlungsgeschwindigkeit auch nicht zu hoch sein, da sonst zu hohe Eigenspannungen aufgebaut werden.

Das Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C erfolgt bevorzugt an bewegter Luft (forced air cooling) oder in einem Wasser/Luft-Sprühnebel.

- 5 Bei der Wahl der Abkühlungsbedingungen muss auch die Barrendicke berücksichtigt werden. Es liegt jedoch im Rahmen des fachmännischen Handelns, für ein vorgegebenes Barrenformat die optimalen Abkühlungsbedingungen anhand einfacher Versuche zu ermitteln.
- 10 Die niedrige Aufheizgeschwindigkeit im Temperaturbereich zwischen 170 und 410°C beim Aufheizen der Barren auf die Homogenisierungstemperatur ist ein wesentliches Merkmal des erfindungsgemässen Verfahrens. Im erwähnten Temperaturbereich, der auch als Heterogenisierungsintervall bezeichnet wird, ist die AlZnMg-Gleichgewichtsphase (T-Phase) stabil. Das langsame Durch-
- 15 laufen des Heterogenisierungsintervalls führt zu einem fein dispersen Auscheiden der T-Phase, wobei die Phasengrenzflächen der ausgeschiedenen Teilchen der T-Phase bevorzugte Keimstellen für die bei einer Temperatur von etwa 350°C einsetzende Ausscheidung von Al₃Zr-Teilchen bilden. Beim weiteren Aufheizen der Barren auf die Homogenisierungstemperatur lösen sich die
- 20 zuvor ausgeschiedenen Teilchen der T-Phase auf und zurück bleibt eine gleichmässige Verteilung der feinen, submikronen Al₃Zr-Ausscheidungen, welche bevorzugt an den ursprünglichen Teilchengrenzen der T-Phase sowie an Subkorngrenzen liegen und damit eine homogene Verteilung ergeben. Diese feinen Al₃Zr-Teilchen bewirken eine sowohl eine starke Wachstumshemmung
- 25 bei der Rekristallisation der Platten bei der Lösungsglühung als auch bei der Homogenisierungsglühung von Gussbarren, und es resultiert das gewünschte isotrope Korngefüge im Barren. Das kornfeinende Zusatzelement Zr wird damit optimal genutzt.
- 30 Ein weiteres wesentliches Merkmal des erfindungsgemässen Verfahrens ist die kombinierte Homogenisierungs- und Lösungsglühung mit anschliessender zweistufiger Abkühlung, wogegen bei den üblichen Verfahren nach dem Stand

der Technik zur Erzielung einer auch in der Barrenmitte noch akzeptablen Festigkeit eine separate Lösungsglühung mit nachfolgendem Abschrecken bei hoher Abkühlungsgeschwindigkeit erforderlich ist.

- 5 Unter dem Begriff "Abkühlen an bewegter Luft" bzw. "forced air cooling" wird hier eine üblicherweise durch Ventilatoren unterstützte Luftabkühlung verstanden, die zu einem Wärmeübergangskoeffizienten an der Barrenoberfläche von etwa $40 \text{ W/m}^2\text{K}$ führt. Das Abkühlen in einem Wasser/Luft-Sprühnebel führt zu einem etwas höheren Wärmeübergangskoeffizienten an der Barrenoberfläche.

10

Die erfindungsgemässe Legierung weist eine geringe Abschreckempfindlichkeit auf. Bei der Herstellung dicker Platten ist der Festigkeitsverlust im Plattenkern trotz der verhältnismässig milden Abkühlungsbedingungen kleiner als bei den Legierungen nach dem Stand der Technik. Es hat sich zudem überraschenderweise herausgestellt, dass dieser Effekt bei direkt aus Stranggussbarren gefertigten Platten noch viel ausgeprägter ist als bei warmgewalzten Platten.

15

20

Bei der Herstellung der dicken Platten hat sich die zweistufige Abkühlung von der Homogenisierungstemperatur auf Raumtemperatur als besonders vorteilhaft zur Erzielung einer Struktur mit geringen Eigenspannungen herausgestellt.

25

Zum Warmaushärten wird bevorzugt nacheinander eine Raumtemperaturlagerung, eine erste Wärmebehandlung bei einer ersten Temperatur und eine zweite Wärmebehandlung bei einer gegenüber der ersten Temperatur höheren zweiten Temperatur durchgeführt, z.B.

- 1 bis 30 Tage Lagerung bei Raumtemperatur,
- 6 bis 10 h Lagerung bei einer Temperatur von 90 bis 100°C,
- 8 bis 22 h Lagerung bei einer Temperatur von 150 bis 160°C.

30

Besonders bevorzugt ist die Warmaushärtung zum Wärmebehandlungszustand T76.

Der Anwendungsbereich der erfindungsgemässen Legierung und der aus dieser hergestellten dicken Platten ergibt sich aus dem vorstehend beschriebenen Eigenschaftsspektrum. Die Platten eignen sich insbesondere für den Formenbau, d.h. für die Fertigung von Kunststoff-Spritzgiessformen, aber auch allgemein für den Maschinen-, Werkzeug- und Formenbau.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt schematisch in

10

- Fig. 1 die Verteilung der Brinell-Härte über einen Teil des Querschnitts eines Stranggussbarrens mit einem Querschnitt von 440 mm x 900 mm nach Ventilator Kühlung.
- Fig. 2 den gemessenen Temperaturverlauf bei einem Stranggussbarren mit einem Querschnitt von 440 mm x 900 mm an der Oberfläche und in der Mitte bei Ventilator Kühlung;
- Fig. 3 den berechneten Verlauf der inneren Temperaturgradienten beim Temperaturverlauf von Fig. 2;
- Fig. 4 den berechneten Temperaturverlauf bei einem Stranggussbarren mit einem Querschnitt von 1000 mm x 1200 mm an der Oberfläche und in der Mitte bei Ventilator Kühlung;
- Fig. 5 den berechneten Verlauf der inneren Temperaturgradienten beim Temperaturverlauf von Fig. 4;

25

Beispiel

Eine Legierung mit der Zusammensetzung (in Gew.-%): 0.040 Si, 0.08 Fe, 0.14 Cu, 0.0046 Mn, 2.69 Mg, 0.0028 Cr, 4.69 Zn, 0.017 Ti, 0.16 Zr, Rest Al, wurde in industriellem Massstab zu einem Stranggussbarren mit einem Querschnitt von 440 x 900 mm vergossen. Der Barren wurden innerhalb von 30 h auf eine Temperatur von 480°C aufgeheizt, wobei darauf geachtet wurde, dass die Auf-

heizgeschwindigkeit im Bereich zwischen 170 und 410°C weniger als 20°C/h betrug. Die Homogenisierung des Barrens zum Ausgleich der erstarrungsbedingten Kristallseigerungen erfolgte durch Halten des Barrens während 12h bei 480°C.

5

Der homogenisierte Barren wurden in einer ersten Stufe an ruhender Luft von der Homogenisierungstemperatur auf eine Zwischentemperatur von 400°C und anschliessend in einer zweiten Stufe mit Ventilatoren von 400°C auf 100°C abgekühlt. Die weitere Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgte wiederum an ruhender Luft.

10

Der Barren wurde nach 14 Tagen Lagerung bei Raumtemperatur während 8h bei 95°C und anschliessend während 18h bei 155°C zum überhärteten Zustand T76 warm ausgehärtet.

15

An senkrecht zur Barrenlängsrichtung herausgesägten Proben der warmausgehärteten Barren wurde die Brinell-Härte über den Barrenquerschnitt bestimmt. Die in Fig. 1 dargestellten Bereiche gleicher Härte zeigen deutlich den geringen Härte- bzw. Festigkeitsverlust im Barrenkern gegenüber der Barrenoberfläche.

20

In Fig. 2 sind die für die Oberfläche (O) und den Kern (K) eines Barrens mit einem Querschnitt von 440 x 900 mm berechneten Temperatur-Zeit-Kurven bei einer Ventilatorabkühlung und in Fig. 3 die daraus abgeleiteten Gradienten zwischen der Temperatur T_K im Barrenkern und der Temperatur T_O an der Barrenoberfläche dargestellt. Zum Vergleich zeigen die Fig. 4 und 5 die entsprechenden Kurven für einen Barren mit einem Querschnitt von 1000 x 1200 mm. Die Ergebnisse zeigen, dass mit dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Barren mit einer Dicke bis zu 1000 mm immer noch die an Platten zur Fertigung von Kunststoff-Spritzgiessformen bezüglich der mechanischen Festigkeit gestellten Anforderungen erfüllen dürften.

30

Patentansprüche

1. Aluminiumlegierung mit hoher Festigkeit und geringer Abschreckempfindlichkeit, mit

4,6	bis	5,2	Gew.-% Zn
2,6	bis	3,0	Gew.-% Mg
0,1	bis	0,2	Gew.-% Cu
0,05	bis	0,2	Gew.-% Zr
max.		0,05	Gew.-% Mn
max.		0,05	Gew.-% Cr
max.		0,15	Gew.-% Fe
max.		0,15	Gew.-% Si
max.		0,10	Gew.-% Ti

und Aluminium als Rest mit herstellungsbedingten Verunreinigungen, einzeln max. 0,05 Gew.-%, insgesamt max. 0,15 Gew.-%.

2. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch 4,6 bis 4,8 Gew.-% Zn.
3. Aluminiumlegierung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch 2,6 bis 2,8 Gew.-% Mg.
4. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch 0,10 bis 0,15 Gew.-% Cu.
5. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch 0,08 bis 0,18 Gew.-% Zr.
6. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch max. 0,03 Gew.-% Mn.

7. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch max. 0,02 Gew.-% Cr.
8. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch max. 0,12 Gew.-% Fe.
9. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch max. 0,12 Gew.-% Si.
10. Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch max. 0,05 Gew.-% Ti.
11. Verfahren zur Herstellung von Platten mit einer Dicke bis zu 300 mm aus einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch die Schritte
 - A. Stranggiessen der Aluminiumlegierung zu Barren mit einer Dicke von mehr als 300 mm,
 - B. Aufheizen der Barren mit einer Aufheizgeschwindigkeit von max. 20°C/h zwischen 170 und 410°C auf eine Temperatur von 470 bis 490°C,
 - C. Homogenisieren der Barren während einer Zeitdauer von 10 bis 14 h bei einer Temperatur von 470 bis 490°C,
 - D. Warmwalzen der homogenisierten Barren zu Platten,
 - E. Abkühlen der Platten von einer Temperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C,
 - F. Abkühlen der Platten auf Raumtemperatur,
 - H. Warmaushärten der Platten.
12. Verfahren zur Herstellung von Platten mit einer Dicke von mehr als 300 mm aus einer Aluminiumlegierung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch die Schritte

- A. Stranggiessen der Legierung zu Barren mit einer Dicke von mehr als 300 mm,
 - B. Aufheizen der Barren mit einer Aufheizgeschwindigkeit von max. 20°C/h zwischen 170 und 410°C auf eine Temperatur von 470 bis 490°C,
 - C. Homogenisieren der Barren während einer Zeitdauer von 10 bis 14 h bei einer Temperatur von 470 bis 490°C,
 - D. Abkühlen der Barren auf eine Zwischentemperatur von 400 bis 410 °C,
 - E. Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C,
 - F. Abkühlen der Barren auf Raumtemperatur,
 - G. Warmaushärten der Barren,
 - H. Verwendung der warmausgehärteten Barren als Platten.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Abkühlen der Barren von der Homogenisierungstemperatur von 470 bis 490°C auf die Zwischentemperatur von 400 bis 410 °C an ruhender Luft erfolgt.
14. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C an bewegter Luft (forced air cooling) erfolgt.
15. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Abkühlen der Barren von der Zwischentemperatur von 400 bis 410°C auf eine Temperatur von weniger als 100°C in einem Wasser/Luft-Sprühnebel erfolgt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zum Warmaushärten nacheinander eine Raumtemperlagerung, eine erste Wärmebehandlung bei einer ersten Temperatur und eine zweite Wärmebehandlung bei einer gegenüber der ersten Temperatur höheren

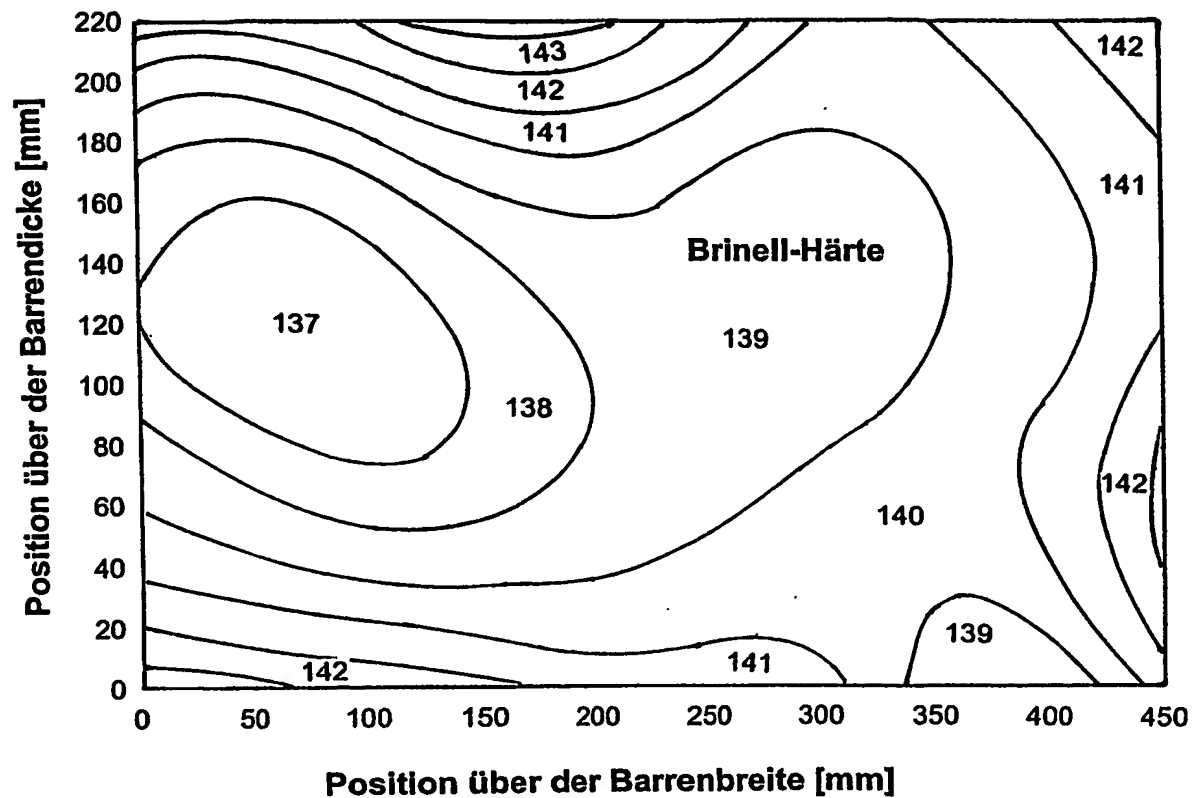
zweiten Temperatur durchgeführt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch

- 1 bis 30 Tage Lagerung bei Raumtemperatur,
- 6 bis 10 h Lagerung bei einer Temperatur von 90 bis 100°C,
- 8 bis 22 h Lagerung bei einer Temperatur von 150 bis 160°C.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Warmaushärtung zum Wärmebehandlungszustand T76 erfolgt.

19. Verwendung einer mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18 hergestellten Platte für den Maschinen-, Werkzeug- und Formenbau, insbesondere für die Fertigung von Kunststoff-Spritzgiessformen.

**Fig. 1**

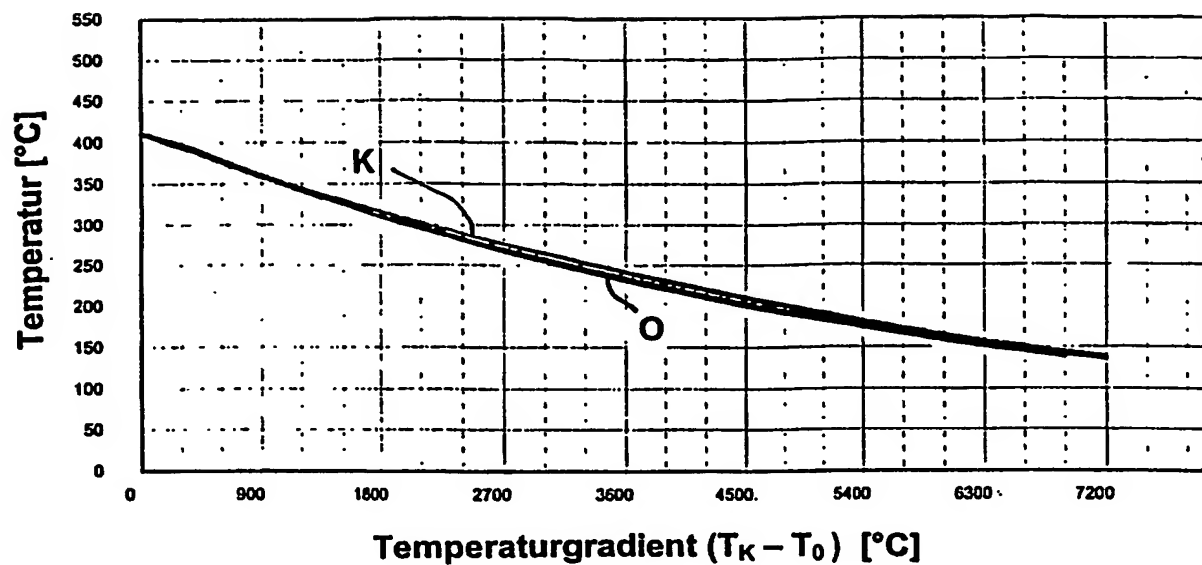


Fig. 2

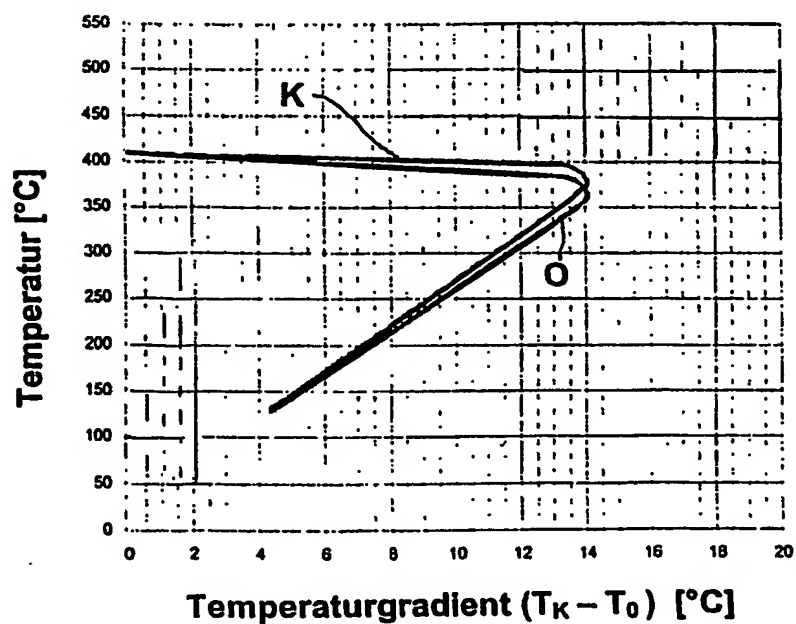


Fig. 3

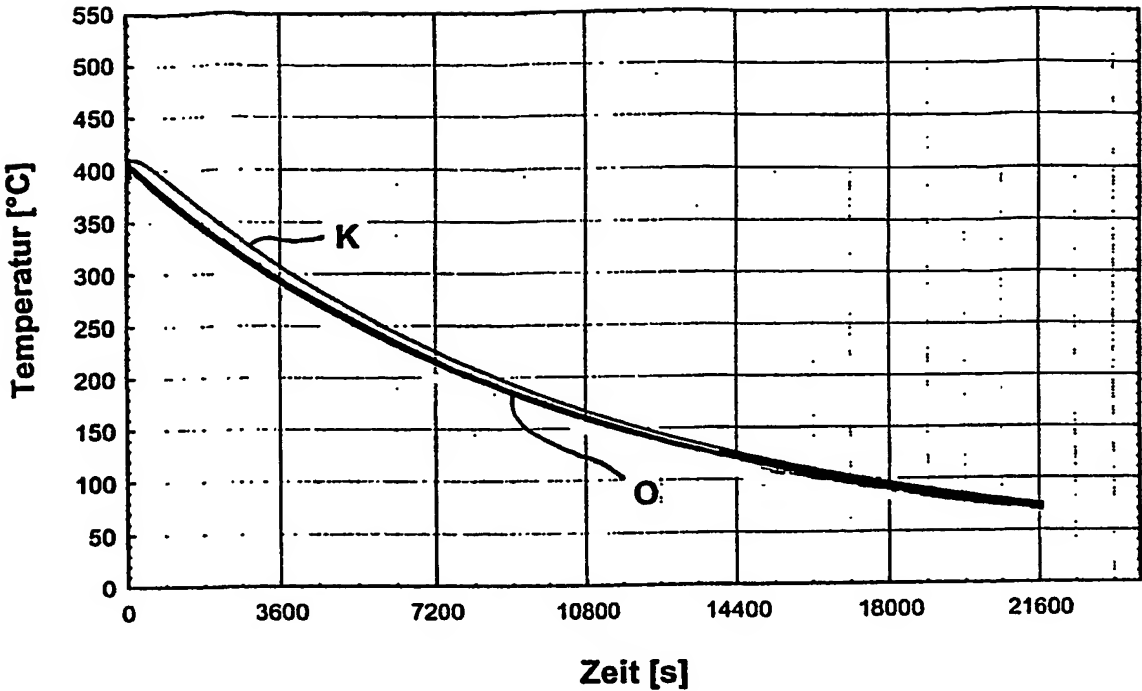


Fig. 4

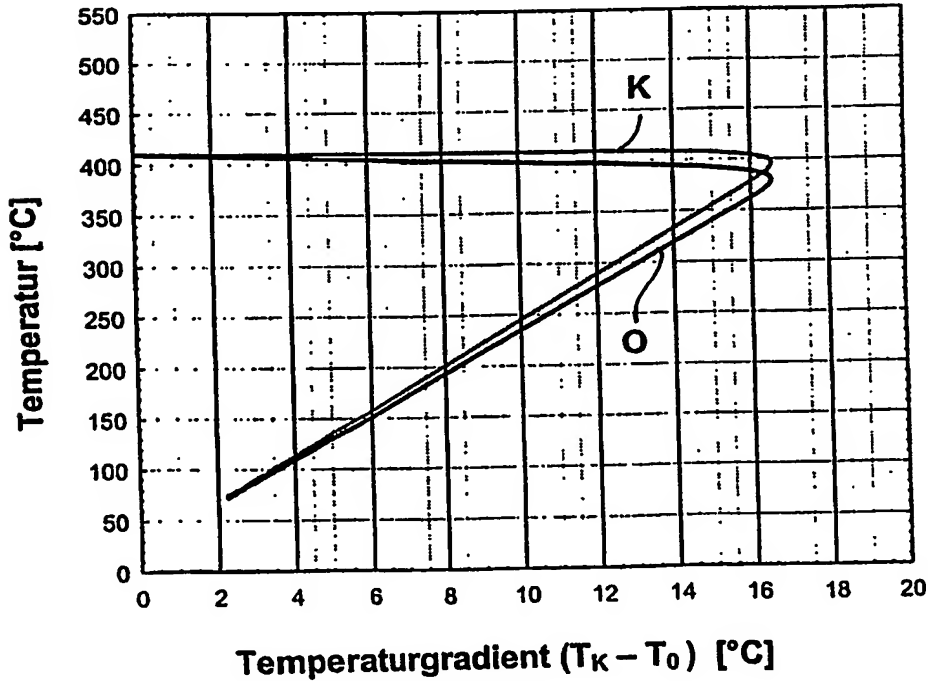


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/14696

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C22C21/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C22C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, CHEM ABS Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 341 661 A (VMW RANSHOFEN BERNDORF AG) 16 September 1977 (1977-09-16) page 1, line 1 - line 17 claim 1	1-19
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 02, 29 February 1996 (1996-02-29) -& JP 07 252573 A (KOBE STEEL LTD), 3 October 1995 (1995-10-03) abstract page 5; example 2; table 1	1-19
A	US 3 694 272 A (FETZER MAURICE C ET AL) 26 September 1972 (1972-09-26) column 2, line 24 - line 41 claims	1-19
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 May 2004

Date of mailing of the international search report

10/05/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Patton, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/14696

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 394 (C-1088), 23 July 1993 (1993-07-23) -& JP 05 070910 A (SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD), 23 March 1993 (1993-03-23) abstract page 3; examples E,J; table 1</p>	1-19
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 11, 30 September 1998 (1998-09-30) -& JP 10 168553 A (SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD), 23 June 1998 (1998-06-23) abstract</p>	1-19
A	<p>HUFNAGEL W: "Key to Aluminium Alloys, 4th Edition" 1991, ALUMINIUM-SCHLUESSEL = KEY TO ALUMINIUM ALLOYS, PAGE(S) 195-205 , XP002194851 page 203; example 7017GB</p>	1-10
A	<p>HOELLRIGL, G.: "Relation between microstructure and exfoliation corrosion in aluminum-zinc-magnesium alloys" INTERNATIONALE LEICHTMETALLTAGUNG (1981), 7TH, 133-5, 1981, XP009008474 example BC; table 1</p>	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP 03/14696

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2341661	A	16-09-1977	AT 113876 A DE 2705862 A1 FR 2341661 A1 NO 770516 A	15-04-1978 25-08-1977 16-09-1977 19-08-1977
JP 07252573	A	03-10-1995	NONE	
US 3694272	A	26-09-1972	NONE	
JP 05070910	A	23-03-1993	JP 2059241 C JP 7094701 B	10-06-1996 11-10-1995
JP 10168553	A	23-06-1998	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 03/14696

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C22C21/10

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C22C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, CHEM ABS Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 341 661 A (VMW RANSHOFEN BERNDORF AG) 16. September 1977 (1977-09-16) Seite 1, Zeile 1 - Zeile 17 Anspruch 1	1-19
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1996, Nr. 02, 29. Februar 1996 (1996-02-29) -& JP 07 252573 A (KOBE STEEL LTD), 3. Oktober 1995 (1995-10-03) Zusammenfassung Seite 5; Beispiel 2; Tabelle 1	1-19
A	US 3 694 272 A (FETZER MAURICE C ET AL) 26. September 1972 (1972-09-26) Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 41 Ansprüche	1-19
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Mai 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/05/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Patton, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 017, Nr. 394 (C-1088), 23. Juli 1993 (1993-07-23) -& JP 05 070910 A (SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD), 23. März 1993 (1993-03-23) Zusammenfassung Seite 3; Beispiele E,J; Tabelle 1 -----	1-19
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 11, 30. September 1998 (1998-09-30) -& JP 10 168553 A (SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD), 23. Juni 1998 (1998-06-23) Zusammenfassung -----	1-19
A	HUFNAGEL W: "Key to Aluminium Alloys, 4th Edition" 1991, ALUMINIUM-SCHLUESSEL = KEY TO ALUMINIUM ALLOYS, PAGE(S) 195-205 , XP002194851 Seite 203; Beispiel 7017GB -----	1-10
A	HOELLRIGL, G.: "Relation between microstructure and exfoliation corrosion in aluminum-zinc-magnesium alloys" INTERNATIONALE LEICHTMETALLTAGUNG (1981), 7TH, 133-5, 1981, XP009008474 Beispiel BC; Tabelle 1 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/14696

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2341661	A	16-09-1977	AT	113876 A	15-04-1978
			DE	2705862 A1	25-08-1977
			FR	2341661 A1	16-09-1977
			NO	770516 A	19-08-1977
JP 07252573	A	03-10-1995	KEINE		
US 3694272	A	26-09-1972	KEINE		
JP 05070910	A	23-03-1993	JP	2059241 C	10-06-1996
			JP	7094701 B	11-10-1995
JP 10168553	A	23-06-1998	KEINE		